

Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir

Striga asiatica chemical control by seed coating imazapyr resistant maize hybrids

António Chicapa Dovala¹ e Ana Monteiro²

¹ Instituto de Investigação Agronómica, Caixa Postal 406, Chianga, Huambo, Angola E-mail: achicapa@hotmail.com

² Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal E-mail: anamonteiro@isa.ulisboa.pt, author for correspondence

Recebido/Received: 2013.08.05

Aceitação/Accepted: 2013.09.20

RESUMO

A planta parasita *Striga asiatica*, conhecida por pequeno-feiticeiro, constitui um dos maiores problemas no rendimento e produção do milho, em Angola. A elevada persistência das sementes de *S. asiatica* no solo implica a utilização de estratégias de gestão que afetem quer a emergência quer a viabilidade do parasitismo. Este estudo teve por objetivos controlar a planta-parasita em campos infestados por recurso a milho de polinização livre e resistentes ao imazapir (IR) cujas cariopses foram revestidas com 30 g ha⁻¹ do herbicida. Em 2009/10 e 2010/2011, foram instalados três ensaios, no Planalto Central de Angola, com variedades de milho IR e variedades autóctones, utilizando sementes com revestimento por herbicida (H30) e sem revestimento de herbicida (H0), sendo avaliados a emergência e o crescimento de *S. asiatica*, e produtividade do milho. Comparativamente à testemunha, o revestimento das cariopses com imazapir evidenciou um controlo total da parasita. Observaram-se efeitos significativos ($P < 0,05$) na emergência de *S. asiatica* nos dois ensaios. Os resultados evidenciaram que o revestimento das cariopses por imazapir inibe ($P < 0,001$) a emergência da parasita para zero plantas por m⁻², 12 semanas após a sementeira. Para além disso, observou-se que a utilização da imidazolinona inibiu a emergência de *Striga* sem prejuízo na produtividade do milho não resistente. O rendimento do milho, em média, duplicou. Todavia, a produção do milho variou significativamente com a variedade, mesmo na ausência da planta-parasita. As variedades de polinização livre de milho IR ZM521, ZM523 e ZM625, devido ao incremento na produtividade e às possibilidades de controlo da planta-parasita, poderão ser considerados para introdução na região.

Palavras-chave: infestantes, parasitas, gestão, imidazolinona, ALS

ABSTRACT

The parasitic weed species *Striga asiatica*, also known as witch weed, is one of the major constraints in maize production, in Angola. Since *S. asiatica* seed banks are long-lived, control strategies that affect the seeds emergence and parasitism are necessary. In this study *S. asiatica* control was carried out, in infested fields, with a new technology using seed coating herbicide resistant (IR/OPV) with imazapyr at 30 g ha⁻¹. In 2009/10 and 2010/2011 seasons autochthones (non-IR) and IR maize varieties were sowed, to assess spill-over effects on *Striga* emergence, maize growth and production. Compared to control (non-IR) the herbicide showed a total control of the parasitic weed with an increase of about two-fold in maize production. Nevertheless maize production varied significantly with the tested variety even in the absence of the parasitic weed. There were significant ($P < 0.05$) effects on *Striga* emergence on both year trials. Results showed that imazapyr seed dressing suppressed ($P < 0.001$) *Striga* emergence to 0.0 plant m⁻², compared to about 5 plants m⁻² in untreated plots at 12 weeks after sowing. The results therefore suggest that the use of ALS inhibiting herbicides can suppress *Striga* emergence with an increase in maize productivity. Due to its high yielding potential the IR maize hybrids ZM521, ZM523 e ZM625 could be considered for introduction in the region.

Key words: parasitic weed, management sulfonylurea, ALS

Introdução

Striga asiatica (L.) Kuntze, ou pequeno-feiticeiro, é uma planta parasita que ataca milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e “massango” (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Os prejuízos causados pela parasita no rendimento do milho podem variar entre 15 e 100%. (Ransom *et al.*, 2012). As perdas dependem do grau de infestação por *Striga*, da fertilidade do solo, das condições climáticas, e do genótipo do milho (Oswald e Ransom, 2004). Segundo Ejeta (2007) os danos causados anualmente pelo género *Striga* na região subsaariana de África estão estimados em 1 bilhão de dólares americanos, afetando a vida de mais de 100 milhões de pessoas. As infestações de *S. asiatica* nalgumas regiões de Angola são tão severas que conduzem ao abandono das terras pelos pequenos agricultores. Os pequenos agricultores sofrem mais com as infestações de *Striga* porque não têm recursos para obter *inputs* nem área suficiente para implementar rotações culturais. Chikoye *et al.* (2007) referem que o controlo efetivo da parasita é muito difícil porque i) a parasita produz milhões de pequenas sementes que podem permanecer viáveis no solo por mais de 20 anos; ii) liga-se completamente ao floema e xilema radicular do hospedeiro dependendo dele em água e nutrientes; iii) cerca dos 75% dos prejuízos causados ao hospedeiro ocorrem antes da emergência da parasita e, iv) emerge, em geral, depois do agricultor já ter efetuado a monda manual, que é mais onerosa que a aplicação de herbicidas.

São várias as opções de controlo disponíveis, designadamente, a rotação cultural com culturas “armadilha” que conduzem a germinações “suicidas” da planta-parasita, aplicações de fertilizantes e de matéria orgânica com o objetivo de aumentar a fertilidade do solo, em particular o teor de azoto, a fumação com etileno, remoção manual dos rebentos aéreos de *Striga*, e aplicação de herbicidas de pós-emergência (Menkir & Kling, 2007). Todavia, constata-se na situação angolana que apesar da redução do banco de sementes no solo e da implementação de medidas limitativas da dispersão dos propágulos da planta-parasita, o controlo não é efetivo porque a maior parte dos pequenos agricultores, em geral, efetuam a monda manual em milho muitas vezes após a produção de sementes pelas plantas de *Striga* (Henriques, 2008). De acordo com Henriques (2008), o período crítico de infestação em milho, no Planalto Central de Angola, varia com o local e época de sementeira, mas a cultura deve estar limpa de infestantes entre a 2 e 6 semanas após a emergência do milho. Segundo diversos investigadores (Gurney *et*

al., 2003; Cook *et al.*, 2005; Musambasi *et al.*, 2005), a utilização de culturas “armadilha” na rotação, designadamente as fabáceas ervilha-do-Congo ou de Angola (*Cajanus cajan* (L.) Mill.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merr.], algumas variedades de feijão-frade ou macunde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), “vielo” (*Vigna subterranea* L.), feijão-mucuna (*Mucuna pruriens* Bak.), feijão-lablab (*Lablab niger* Medik.), *Desmondium uncinatum* (Jacq.) DC. e *D. intortum* (Mill.) Urb. e a gramínea capim-guatemala (*Tripsacum laxum* Nash), também depende do uso de espécies que, simultaneamente, estimulem a germinação suicida de sementes de *Striga* e que se adaptem ao sistema cultural do agricultor, o que não se verifica em muitas situações.

Para além da aplicação de herbicidas, que é raramente utilizada em Angola pelos pequenos agricultores, novas tecnologias como a conjugação de variedades de milho resistente ao imazapir (IR) e a aplicação de imazapir na cultura ou a utilização de sementes revestidas com pequenas quantidades do herbicida oferecem a possibilidade de controlar a planta-parasita (Kanampiu *et al.*, 2006; De-Groote *et al.*, 2007). As sementes de milho resistente são revestidas com o herbicida, por empresas credenciadas, e, quando as plântulas de milho emergem, a *Striga* fixa-se às raízes do milho absorvendo o herbicida que as mata. De acordo com Ransom *et al.* (2012), esta tecnologia aumenta o rendimento do milho até quatro vezes o rendimento médio obtido em talhões infestados com *Striga*, reduz o banco de sementes no solo e consequentemente o número de plantas de *Striga* nos anos seguintes, com inerente diminuição dos custos de controlo e, é compatível com os sistemas culturais tradicionais.

O herbicida imazapir é uma imidazolinona residual e persistente no solo, relativamente solúvel na solução do solo e degradada lentamente (McDowell *et al.*, 1997; El Azzouzi *et al.*, 1998). A persistência do herbicida implica que podem surgir efeitos dos resíduos biologicamente activos no solo em culturas subsequentes suscetíveis, designadamente milho não resistente. Contudo, Ransom *et al.* (2012) referem que nas condições tropicais da África subsaariana não foram observados sintomas de toxicidade residual mas, dada a elevada mobilidade do imazapir no solo, há possibilidade do herbicida ser lixiviado em caso de precipitação elevada e, indiretamente, ter efeitos adversos no ambiente. As doses baixas de herbicida, 30 g ha⁻¹ aplicadas no revestimento das sementes do milho, em princípio, não apresentam os riscos de toxicidade referidos anteriormente (Abayo *et al.*, 1998).

O melhoramento de híbridos adaptados ou variedades de polinização livre (OPV) de milho com resistência a herbicidas que inibem a enzima acetolactato sintase (ALS), como por exemplo o imazapir (IR) adaptadas às regiões tropicais, colocou à disposição dos agricultores uma tecnologia promissora para o controlo de *Striga* (Ransom *et al.*, 2012). Diversos países africanos, através do Instituto Internacional da Agricultura Tropical (IITA) e do Centro Internacional do Melhoramento do Milho e Trigo (CIMMYT) têm conduzido experimentação local com o objetivo de validar esta tecnologia (De-Groot *et al.*, 2007; 2008). O CIMMYT em colaboração com o Instituto de Investigação Agronómica do Ministério de Agricultura de Angola, no âmbito do programa ANGO-LA-IR-OPV Trial, disponibilizou sementes de diversas variedades de milho OPV e de Linhas/Acessões resistentes ao herbicida imazapir com finalidade de serem estudadas no Planalto Central. Nestes pressupostos, os objectivos deste estudo consistiram na (1) avaliação da produtividade de milhos IR-OPV resistentes ao imazapir de sementes com e sem revestimento por 30 g ha⁻¹ do herbicida; e (2) na avaliação da eficácia do revestimento das sementes do milho no controlo químico da parasita *Striga asiatica*, comparativamente a milhos OPVs locais, em diferentes anos e locais do Planalto Central de Angola.

Materiais e Métodos

Os ensaios foram desenvolvidos em 2009/2010 e 2010/2011 em Angola, na província do Huambo, em campos de pequenos agricultores infestados por *Striga asiatica*. O ensaio de 2009/2010 decorreu na localidade da Chianga e os de 2010/2011 foram instalados nas localidades da Chianga e do Luvili. Os solos das duas localidades estão classificados como fracamente ferralíticos, arenosos, pH (H₂O) 5,2 (Laboratório de Solos do IIA e Laboratório de Análise de Solos da Universidade de Hawaii - EUA, comunicação pessoal). O clima da região é tropical, com uma temperatura média anual de 19°C e temperaturas mínimas muito acentuadas, nos meses de cacimbo (Maio a Agosto), com céu limpo, elevada evapotranspiração potencial e reduzido grau higrométrico do ar durante o dia. A humidade relativa média anual é inferior a 80%. A distribuição da precipitação é bimodal, com uma precipitação média anual de 1400 mm em todo o Planalto Central e está concentrada no período de Outubro a Abril, com intercalação dum curto período seco, chamado pequeno cacimbo (Diniz, 2006). Frequentemente, as quedas pluviométricas ocorrem com extrema violência, provocando fenómenos erosivos bastante graves em todos os solos

Quadro 1 – Variedades de milho resistentes ao imazapir (código 1 a 17) e autóctones (código 18 e 19) ensaiadas em 2010/2011, na Chianga e no Luvili, Planalto Central, Angola.

VARIETADE de MILHO ENSAIADA	Código
CML445-IR/CML78-IR//CML312-IR	1
CML373-IR/CML254-IR//CML312-IR	2
CML373-IR/CML444-IR//CML-312-IR	3
CML390-IR/CML395-IR//CML312-IR	4
CML312-IR(BC3)F1-B-13-1-B/CML390-IR(BC3)F1-B-127-3-B//CML373-IR	5
CML390-IR/CML444-IR//CML312-IR	6
CML373-IR/CML384-IR//CML395-IR	7
CML444-IR(BC3)F1-B-23-2-B/CML395-IR(BC3)F1-B-143-3-B//CML312-IR	8
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-13-3-B	9
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR	10
CML390-IR/CML373-IR//CML445-IR	11
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-47-4-B	12
CML390-IR/CML444-IR//CML395-IR	13
CML312-IR/CML444-IR//CML395-IR	14
STRIGOFF-216-IR	15
STRIGOFF-129-IR	16
STRIGOFF-128-IR	17
SC635 S/IR	18
LOCAL CHECK (BRANCO REDONDO) S/IR	19

desnudados, em especial nos ocupados com culturas que obrigam à tomada de medidas de defesa contra a erosão. O verdadeiro período seco vai de Maio a Setembro.

O ensaio de 2009/2010 consistiu no estudo de cinco cultivares de milho de polinização livre (OPV) resistentes ao imazapir (IR) - ZM421, ZM521, ZM423, ZM523, ZM625 -, de sementes sem (H0) e com (H30) revestimento por 30 g ha⁻¹ de imazapir (H30). O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dois fatores foram instalados em paralelo respeitando as normas quanto ao posicionamento/direccionando em relação ao gradiente de fertilidade e declive. Cada parcela constava de três linhas de 5m de comprimento, e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 11,25 m²), duas sementes por covacho, perfazendo uma população de 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5 m. A sementeira foi realizada aos 23 de Outubro de 2009 e a colheita a 5 de Abril de 2010.

O ensaio de 2010/2011, consistiu no estudo, em dois locais, com 19 cultivares de milho de polinização livre (OPV) (Quadro 1), das quais 14 são resistentes ao imazapir (IR), três são resistentes ao imazapir e à *Striga* (STRIGOFF) e duas são cultivares autotones não resistentes (S/IR), em duas modalidades, sementes sem (H0) e com (H30) revestimento com 30 g ha⁻¹ de imazapir. O delineamento experimental, em cada local, consistiu num esquema de blocos incompletos (Alpha Lattice), com duas repetições. Cada parcela constava de quatro linhas de 5m de comprimento, e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 7,5 m²), duas sementes por covacho, perfazendo uma população de 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5 m. A sementeira foi realizada aos 19 de Novembro de 2010 e a colheita a 7 de Abril de 2011.

Em ambos os ensaios foi feita uma adubação de fundo em todas as parcelas na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de KO₂. A primeira adubação de cobertura foi feita 30 dias após sementeira e a segunda 15 dias depois, ambas com a aplicação de 30 kg de N de sulfato de amónio a 21%.

No ensaio de 2009/2010, nas 3 linhas de cada parcela, e no de 2010/2011, nas duas linhas centrais de cada parcela, procedeu-se à contagem do número de plantas de *S. asiatica* por metro quadrado 12 semanas após a emergência do milho e à produção do milho, após colheita.

Análise de dados

Os dados foram sujeitos à análise de variância (ANOVA) para um nível de significância de 5%, de acordo com os procedimentos da GML, recorrendo ao programa estatístico SAS® (SAS Institute, Cary, NC, E.U.A.). As diferenças significativas entre médias foram analisadas pelo teste da mínima diferença significativa (LSD) para um nível de probabilidade de 5% pelo programa Statistix9. No ensaio realizado em dois locais, em 2010/2011, uma análise preliminar da variância dos dados combinados revelou interação entre local-variedade, daí que os resultados relativos à emergência da parasita e à produção do milho sejam apresentados por local. A regressão linear foi usada para comparar a correlação entre a incidência de *S. asiatica* e a produção do milho, pelo programa Statistix9.

Resultados e discussão

Emergência de *Striga asiatica*

O revestimento de sementes, com 30 g ha⁻¹ de imazapir (H30), de variedades de milhos de polinização livre (OPV) resistentes à imidazolinona (IR), controlou a emergência da planta parasita em todos os ensaios efectuados, isto é, não foram observadas emergências da parasita nas variedades de milho resistente, designadamente nas cinco variedades ZMi (Quadro 2), nas 14 variedades CMLi e nas três variedades STRIGOFF-IR (Quadros 3 e 4), tratadas com esta dose de herbicida. No ensaio de 2009/20110, nas variedades ZMi sem revestimento de herbicida (H0-testemunha) o número médio de plantas de *Striga asiatica* variou significativamente com a variedade, entre 3,1 e 6,3 plantas m⁻², no ensaio efectuado em 2009/2010 (Quadro 2), o que pode indiciar um grau de parasitismo diferente segundo a variedade, o que foi também observado por Oswald e Ransom (2004). Todavia, no segundo ensaio, no conjunto das 19 OPV de milho estudadas, quer milho-IR quer milhos autótones, não se verificaram diferenças significativas na emergência da parasita por local (Quadro 3). Os valores médios de infestação registados foram 7,7 e 10 plantas por m², na Chianga e Luvili, respetivamente. Poderá ainda inferir-se, dada a total ausência de emergências de *S. asiatica* na presença de imazapir, que a sensibilidade das plântulas desta parasita parece ser mais elevada do que a observada em *S. hermonthica*, apesar desta planta-parasita também ter tido um controlo efetivo só que não total (Kanampiu *et al.*, 2006; Illa *et al.*, 2010; Chikoye *et al.*, 2007).

Quadro 2 – Efeito do revestimento das sementes com imazapir no controlo de *Striga asiatica* e no rendimento de variedades de milho OPV resistentes ao herbicida, na Chianga, em 2009/2010.

Variedade (IR/OPV)	<i>Striga asiatica</i> (nº plantas por m ²)		Rendimento do milho (kg ha ⁻¹)	
	Testemunha (H0)	Imazapir 30 g ha ⁻¹	Testemunha (H0)	Imazapir 30 g ha ⁻¹
ZM421	6,3 (1,03) a	0	1267 (128,3) eB	1689 (109,7) eA
ZM423	4,4 (0,62) b	0	1867 (141,2) dB	2244 (100,7) dA
ZM521	5,9 (0,89) a	0	2044 (168,7) cB	2622 (146,7) cA
ZM523	3,8 (0,80) bc	0	2578 (174,6) bB	3200 (147,8) bA
ZM625	3,1 (0,45) c	0	3044 (181,2) aB	3511 (105,6) aA

Por coluna, letras minúsculas, e por linha, letras maiúsculas, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste da LSD. OPV – variedades de polinização livre.

Rendimento do milho IR

Na produção do milho verificou-se, em geral, nos dois ensaios um incremento significativo com a utilização das sementes revestidas por imazapir.

No ensaio de 2009/2010, não se observaram diferenças significativas entre variedades x herbicida mas verificaram-se diferenças significativas entre variedades, quer na ausência quer com as sementes revestidas por imazapir (Quadro 2). Constatou-se que as variedades ZM523 e ZM625 apresentaram produções de milho superiores a 2500 kg ha⁻¹ nas modalidades com e sem herbicida. Todavia, o aumento significativo da produtividade do milho com o controlo da parasita foi observado em todas as variedades em estudo. Resultados que evidenciam o efeito depressivo que a planta parasita tem na produtividade da cultura.

No ensaio de 2010/2011, como se referiu atrás, observaram-se interações entre a variedade x local e variedade x herbicida, por isso a análise dos resultados foi feita por variável. Em geral, as cultivares de milho resistentes ao imazapir, na presença da parasita apresentaram produtividades baixas e semelhantes às das duas cultivares autóctones - valores médios de produção de 900 kg ha⁻¹ - (Figuras 1 e 2). Sem herbicida, a variedade mais produtiva na modalidade testemunha, quer na Chianga quer no Luvili, foi a STRIGOFF-128 (code 17) com um rendimento cerca de 1200 kg ha⁻¹ nos dois locais, valor significativamente superior ao das outras cultivares. As diferenças observadas entre cultivares sem revestimento herbicida da semente (testemunha) não são explicadas pela densidade da parasita, poderão eventualmente ser atribuídas a outros fatores tais como baixo potencial produtivo nas condições edafoclimáticas do Planalto Central. Todavia, o rendimento das variedades de milho OPV resistentes ao imazapir aumentou significativamente com a utilização de sementes revestidas por herbicida ($P < 0,0001$)

em todas as variedades estudadas com exceção da variedade STRIGOFF-129, code 16, no Luvili (Figura 1 e 2). Contudo, nos dois locais, as variedades mais produtivas com aplicação de herbicida foram: código 1 (CML445-IR/CML78-IR//CML312-I), 8 (CML444-IR(BC3)F1-B-23-2-B/CML395-IR(BC3)F1-B-143-3-B//CML312-IR), 10 (CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR)e 13 (CML390-IR/CML444-IR//CML395-IR), que duplicaram a produção com o tratamento com herbicida e consequente controlo da planta parasita. Constata-se todavia que as produções destas variedades foram inferiores às das ZMi que apresentaram valores de produção semelhantes nas modalidades sem herbicida.

Correlação entre emergência de *Striga asiatica* – produção do milho

A correlação altamente significativa ($P < 0,001$) entre as emergências totais de *Striga asiatica* e o rendimento do milho nos dois ensaios, ilustrada nas Figuras 3, 4a e 4b, mostrou que o efeito depressivo na produção se deve à presença da parasita mesmo para densidades baixas.

Todavia, a introdução de milhos IR no Planalto Central de Angola pode trazer alguns desafios. Se por um lado a redução da dose de herbicida, conseguida com o revestimento das sementes (por oposição à aplicação do herbicida ao solo) é mais favorável para o ambiente, não exclui o elevado risco de ocorrência de resistência associado aos herbicidas inibidores da ALS, como o imazapir. Esta questão tem um âmbito mais vasto que se prende com o enquadramento desta nova tecnologia em programas de controlo integrado (IWM) de plantas parasitas na cultura do milho, incluindo medidas que podem ser tomadas para prevenir a ocorrência de populações R de *Striga asiatica* (Gressel, 2009; 2011; Ransom *et al.*, 2012).

Quadro 3 – Efeito do revestimento das sementes de milho OPV resistente ao imazapir (30 g ha⁻¹) no controle de *Striga asiatica* em 2010/2011.

VARIEDADE de MILHO	Code	<i>Striga asiatica</i> (nº de plantas por m ⁻²)				
		Chianga		Luvili		
		Testemunha	Imazapir	sig.	Testemunha	Imazapir
CML445-IR/CML78-IR//CML312-IR	1	7(1)	0	***	9(0)	0
CML373-IR/CML254-IR//CML312-IR	2	7.5(4,5)	0	***	8.5(0,5)	0
CML373-IR/CML444-IR//CML-312-IR	3	6.5(1,5)	0	***	10.5(2,5)	0
CML390-IR/CML395-IR//CML312-IR	4	6(2)	0	***	10(0)	0
CML312-IR(BC3)F1-B-13-1-B/CML390-IR(BC3)F1-B-127-3-B//CML373-IR	5	8.5(1,5)	0	***	10.5(3,5)	0
CML390-IR/CML444-IR//CML312-IR	6	11,0(0)	0	***	7.5(0,5)	0
CML373-IR/CML384-IR//CML395-IR	7	8.5(0,5)	0	***	10(2,0)	0
CML444-IR(BC3)F1-B-23-2-B/CML395-IR(BC3)F1-B-143-3-B//CML312-IR	8	11.5(1,5)	0	***	12(0)	0
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-13-3-B	9	5.5(0,5)	0	***	10(1,0)	0
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR	10	6.5(0,5)	0	***	10(0)	0
CML390-IR/CML373-IR//CML445-IR	11	9.5(1,5)	0	***	11(2,0)	0
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-47-4-B	12	10(1,0)	0	***	13.5(0,5)	0
CML390-IR/CML444-IR//CML395-IR	13	6(1,0)	0	***	11(2,0)	0
CML312-IR/CML444-IR//CML395-IR	14	6(4,0)	0	***	9(2,0)	0
STRIGOFF-216-IR	15	8(1,1)	0	***	8.5(2,5)	0
STRIGOFF-129-IR	16	7(2,0)	0	***	10.5(1,5)	0
STRIGOFF-128-IR	17	6.5(0,5)	0	***	9(1,0)	0
SC635 S/IR	18	5.5(0,5)	-	-	9(3,0)	-
LOCAL CHECK (BRANCO REDONDO) S/IR	19	9.5(1,5)	-	-	12.5(0,5)	-
Média		7,7(0,43)	0	***	10,0(0,33)	0
Significância (sig.)		ns	ns		ns	ns

*** Diferenças altamente significativas para P>0,05 com aplicação de imazapir (linhas); ns – diferenças não significativas entre variedades (colunas) pelo teste de LSD. Observaram-se também diferenças altamente significativas nas infestações observadas por variedade entre locais.

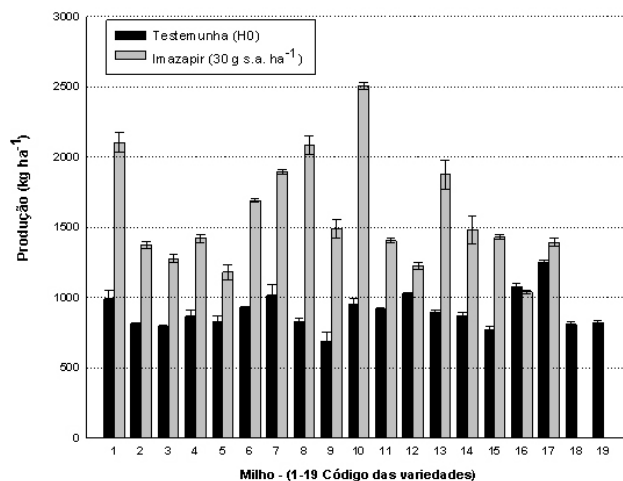


Figura 1 – Produção média (kg ha⁻¹) das variedades de milho resistentes (code 1 a 17) e autóctones (code 18 e 19) de sementes sem (testemunha) e com revestimento por 30 g ha⁻¹ de imazapir, em 2010/2011, na Chianga, Planalto Central, Angola. Ver código da variedade no Quadro 1.

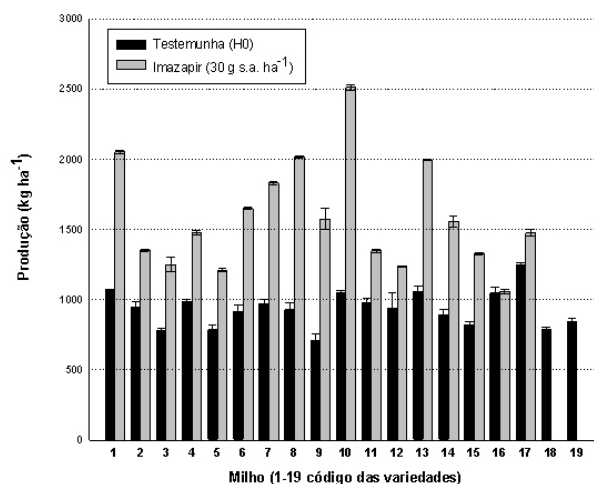


Figura 2 – Produção média (kg ha⁻¹) das variedades de milho resistentes (code 1 a 17) e autóctones (code 18 e 19) de sementes sem (testemunha) e com revestimento por 30 g ha⁻¹ de imazapir, em 2010/2011, no Luvili, Planalto Central, Angola. Ver código da variedade no Quadro 1.

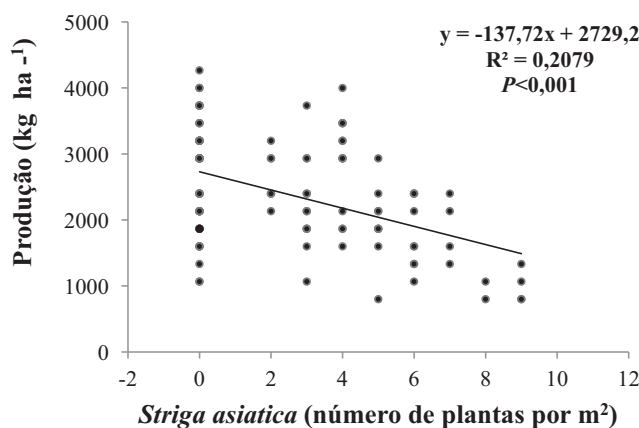


Figura 3 – Correlação entre as emergências totais de *Striga asiatica* e a produção do milho, ensaio de 2009/2010 na Chianga com cinco cultivares de milho de polinização livre (OPV) resistentes ao imazapir (IR).

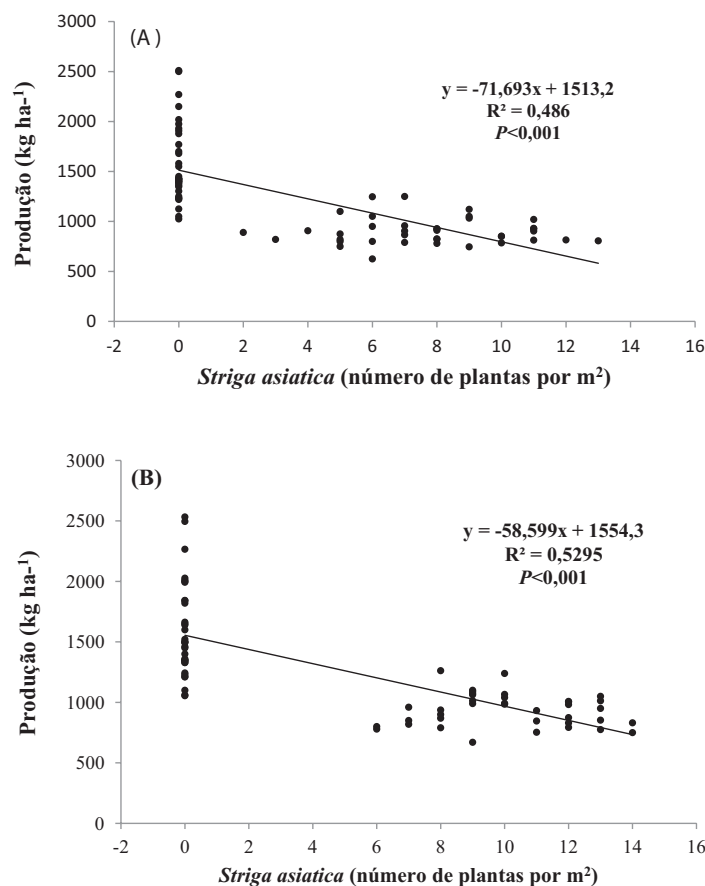


Figura 4 – Correlação entre as emergências totais de *Striga asiatica* e o rendimento do milho, nos ensaios de 2010/2011 na Chianga (A) no Luvili (B), com 17 variedades de milho de polinização aberta resistentes ao imazapir.

Conclusões

Os resultados destes estudos mostraram que o revestimento das sementes de variedades de polinização livre (OPV) resistentes ao imazapir (IR) foi eficaz no controlo de *Striga asiatica*. Na avaliação sobre o impacto da utilização de variedades de milho resistentes ao imazapir na produção constatou-se também que os aumentos registados nalgumas variedades comparativamente à testemunha sem herbicida foram mais do dobro. Apesar de estatisticamente haver interação entre o local x variedade, constatou-se ainda que as variedades mais produtivas com a aplicação de imazapir foram as mesmas nos dois locais. Também foi observado que a cultivar local, na presença de *Striga*, com simples adubação, registou um aumento substancial em relação às colheitas habituais que têm sido obtidas em campos infestados dos pequenos agricultores.

Verificou-se ainda um comportamento diferencial quanto à produção das 24 variedades ensaiadas, o que realça a importância destes estudos na seleção de germoplasma de milho para distribuição aos agricultores.

Entre as variedades de milho resistentes ao herbicida as mais promissoras para cultivo devido ao incremento na produtividade e ao controlo eficaz da emergência da planta parasita foram ZM521, ZM523 e ZM625.

Estes resultados aconselham a utilização destas variedades e tecnologia associada para uma gestão integrada a longo prazo da presença da planta parasita. Todavia, apesar da rentabilidade da cultura aumentar, devido ao aumento da produção e à diminuição dos custos de produção, em parte devido à utilização dos herbicidas comparativamente à monda manual, é necessário demonstrar aos pequenos agricultores esta tecnologia para que possa ser implementada.

Referências Bibliográficas

Abayo, G.O.; English, T.; Eplee, R.E.; Kananpiu, F.K.; Ransom, J.K. e Gressel, J. (1998) - Control of parasitic witchweeds (*Striga* spp.) on corn (*Zea mays*) resistant to acetolactate synthase inhibitors. *Weed Science*, vol. 46, n. 4, p. 459-466

- Chikoye, D.; Udensi, U.E.; Lum, A.F. e Ekeleme, F. (2007) - Rimsulfuron for post emergence weed control in corn in humid tropical environments of Nigeria. *Weed Technology*, vol. 21, n. 4 p. 977-981.
- Cook, B. G.; Pengelly, B. C.; Brown, S. D.; Donnelly, J. L.; Eagles, D. A.; Franco, M. A.; Hanson, J.; Mullen, B. F.; Partridge, I. J.; Peters, M. e Schultze-Kraft, R. (2005) - *Tropical Forages*. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia
- De-Groote, H.; Wangare, L. e Kanampiu, F. (2007) - Evaluating the use of herbicide-coated imidazolinone resistant (IR) maize seeds to control *Striga* in farmers' fields in Kenya, *Crop Protection*, vol. 26, n. 10, p. 1496-1506
- Diniz, A.C. (2006) - *Características Mesológicas de Angola, Descrição e Correlação dos Solos e da Vegetação das Zonas Agrícolas Angolanas*. (2ª ed.) Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, Lisboa. 546 p.
- Ejeta, G. (2007) - The *Striga* source in Africa: a growing pandemic. In: Ejeta, G.; Gressel J. (Eds.) *Integrating New Technologies for Striga Control: Ending the Witch-Hunt?* Singapore: World Scientific 2007. p. 3-16
- El Azzouzi, M.; Bouhaouss, A.D.A.; Ferhat, M. (1998) - Study on the behavior of imazapyr in two Moroccan soils. *Weed Research*, vol. 38, n. 3, p. 217-220.
- Gressel, J. (2009) - Crops with target site herbicide resistance for *Orobanche* and *Striga* control. *Pest Management Science*, vol. 65, n. 5, p. 560-565.
- Gressel, J. (2011) - Low pesticide rates may hasten the evolution of resistance by increasing mutation frequencies. *Pest Management Sci.*, vol. 67, n.3, p. 253-260.
- Gurney, A.L.; Grimanelli, D.; Kanampiu, F.; Hoi-sington, D.; Scholes, J.D. e Press, M.C. (2003) - Novel sources of resistance to *Striga hermonthica* in *Tripsacum dactyloides*, a wild relative of maize. *New Phytologist*, vol.160, n.3, p. 557-568.
- Henriques, I.C.F. (2008) - *Gestão de infestantes de culturas agrícolas em Angola. Casos de estudo - milho e batata na Província do Huambo*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 224 p.
- Illa, A.O.; Odhiambo, G.D. e Dida, M.M. (2010) - Increasing imazapyr-resistant maize yield by increasing plant density under natural *Striga hermonthica* infestation. *Agricultural and Biology Journal of North America*. ISSN Online: 2151-7525, doi:10.5251/abjna.2010.1.5.1061.1068 © 2010, ScienceHuB, <http://www.scihub.org/ABJNA>
- Kanampiu, F.; Omany, G.; Muchiri, N.; Nang'ayo, F.; Werehire, P.; Tyrell, D. e Sthamer, V. (2006) - Launch of Strigaway (IRM) technology for *Striga* control in Africa. *Proceedings of the launch of the Strigaway (IRM) technology*. 5-7 July 2005, Kisumu, Kenya, p. 5-62
- McDowell, R.W.; Condrón, L.M.; Main, B.E. e Dastgheib, F. (1997) - Dissipation of imazapyr, flumetsulam and thifensulfuron in soil. *Weed Research*, vol. 37, n. 6, p. 381-389
- Menkir, A. e Kling, J.G. (2007) - Response to recurrent selection for resistance to *Striga hermonthica* (Del.) Benth in a tropical maize population. *Crop Science*, vol. 47, n. 2, p. 674-682
- Musambasi, D.; Chivinge, O.A.; Bunya, D.R. e Mubasa S. (2005) - The role of different component crops grown in association with maize and their residues in controlling *Striga asiatica* (L.) Kuntze in Zimbabwe. *Crop Research*, vol. 29, n.1, p. 47-55.
- Oswald, A. e Ransom, J.K. (2004) - Responses of maize varieties to *Striga* infestation. *Crop Protection*, vol.23, n.2, p. 89-94
- Ransom, J.; Kanampiu, F.; Gressel, J.; De-Groote, H.; Burnet, M. e Odhiambo, G. (2012) - Herbicide Applied to imidazolinone resistant-maize seed as a *Striga* control option for small-scale African farmers. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 283-289.